

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-94574

(P2001-94574A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)	
H 0 4 L	12/28	H 0 4 L	1/16	5 K 0 1 4
	1/16		11/00	3 1 0 B 5 K 0 3 0
	12/56		11/20	1 0 2 A 5 K 0 3 3
	29/08		13/00	3 0 7 Z 5 K 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-270549

(22) 出願日 平成11年9月24日 (1999.9.24)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 高谷 和宏

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 前田 裕二

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

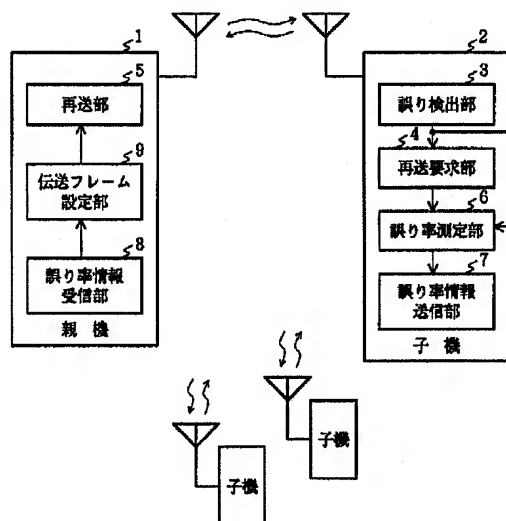
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線LANシステム

(57) 【要約】

【課題】 所要S/N比を小さくするとともに、スループットを低下させることのない無線LANシステムを実現する。

【解決手段】 使用される環境におけるビット誤り率を測定し、そのビット誤り率に応じて、連続伝送フレーム数（ウィンドウサイズ）を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続した所定数の伝送フレームを送信する手段と、この連続した所定数の伝送フレームを受信する手段とを備え、この受信する手段は、前記連続した所定数の伝送フレームにより受信したデータの誤りを検出する手段と、この検出する手段の検出結果にしたがって前記データに誤りが検出されたときには前記送信する手段に前記連続した所定数の伝送フレームの再送を要求する手段とを備え、前記送信する手段は、この再送要求にしたがって前記連続した所定数の伝送フレームを再送する手段を備えた無線LANシステムにおいて、前記送信する手段と前記受信する手段との間の通信におけるデータの誤り率を測定する手段が設けられ、この測定する手段の測定結果にしたがって前記所定数を可変に設定する手段を備えたことを特徴とする無線LANシステム。

【請求項2】 前記測定結果にしたがって伝送フレームのフレーム長を可変に設定する手段を備えた請求項1記載の無線LANシステム。

【請求項3】 前記所定数およびまたは前記フレーム長を可変に設定する手段は、周期的に前記所定数およびまたは前記フレーム長を再設定する手段を含む請求項1または2記載の無線LANシステム。

【請求項4】 前記送信する手段および前記受信する手段は、TCP(Transmission Control Protocol)に基づくフレーム伝送を行なう手段を含む請求項1ないし3のいずれかに記載の無線LANシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は自動再送要求(ARQ: Automatic Repeat reQuest)方式により誤り制御を行う無線通信に利用する。本発明は、無線LANに利用するに適する。

【0002】

【従来の技術】 無線通信システムにおける誤り制御方式としては、誤りが起こることを見越して本来伝送したい情報に冗長な情報を送信側で付加して送信する順方向誤り訂正(FEC: Forward Error Correction)方式と、誤りが生じたときにもう一度送信し直すことによって誤りからの回復を図る自動再送要求(ARQ: Automatic Repeat reQuest)方式がよく用いられている。

【0003】 FECの利点としては、帰還通信路が不要となり、システムが簡単なこと、遅延要求が厳しい音声や動画等のデジタル伝送に有効であることが挙げられ、欠点としては誤り訂正用の付加ビット長が多く必要となり復号器が複雑になること、誤りが集中して起こるバースト誤りのバースト長が大きい場合には訂正ができなくなることが挙げられる。

【0004】 また、誤り訂正符号を用いると、誤り訂正用ビットが冗長ビットとして送信信号系列に加えられる

ため、同じ情報のある一定の時間で送るためには、より高い伝送レートで送ることが必要となり、より広い周波数帯域が必要となる。誤り訂正符号としては、ブロック符号と畳み込み符号とに大別される。

【0005】 ARQの利点としては、まず、受信側で誤りが検出されなくなるまで再送要求を繰り返すため、極めて信頼性の高い通信が可能であること、誤り検出のみ行うので付加ビット長は誤り訂正を行う場合に比べて少なく復号器の構成も比較的簡単であることが挙げられる。

【0006】 欠点としては、帰還通信路が必要となるため、遅延が小さくなることと、雑音等により通信品質が劣悪な場合には、再送要求が頻繁に起こり、時間当たりの情報伝送効率、つまり、スループットが低下することが挙げられる。再送プロトコルはStop-and-Wait型、Go-Back-N型、Selective-Repeat型がある。

【0007】 無線LANの特徴としては、第一に信頼性の高い通信が要求されること、第二に無線周波数が限られているため、周波数利用効率が高く、高い伝送効率が要求されること、第三に半固定で使用されるため、移動体通信のようなランダム誤りよりも、人の移動によってバースト誤りが生じやすいこと等が挙げられる。

【0008】 このような無線LANの特徴を反映して、ARQ方式のみを採用している無線LANが多く、再送プロトコルとしてはハードウェアの簡単さから、Go-Back-N型がよく用いられている。

【0009】 Go-Back-N型の再送プロトコルは、複数の伝送フレームを同時に送信し、誤りが発生すると相手局からの要求に応じてその誤りフレーム以降のデータを再送する方式であり、公衆有線回線やIEEE802標準に用いられているHDLCT(High Level Data Link Control Protocol)の誤り制御技術として採用されている。

【0010】 受信側で、伝送フレームを正しく受信した場合は、確認信号としてACK(Acknowledgement)信号を、誤りが検出された場合は再送を要求する信号としてNAK(Non Acknowledgement)信号を送信側に送り返すか、もしくは誤りが発生した伝送フレームより前の伝送フレームのACKを再度送信側に送り返す。

【0011】 また、ある伝送フレームで誤りが検出された場合には、その伝送フレーム以降の伝送フレームも全て廃棄される。このため、例えば、8個の伝送フレームを連続して送信した場合には、もし、最初の伝送フレームにおいて誤りが発生すると、この後に送った7個の伝送フレームも含めて8個の伝送フレームを全てもう一度順番に再送しなければならない。よって、ビット誤り率が大きい場合には転送効率に影響が生じやすい方式であるといえる。

【0012】 信頼性を保証する代表的な通信プロトコルであるTCP(Transmission Control Protocol)は、

10

20

30

40

50

FTP (File Transfer Protocol) 等のインターネット上の多くのアプリケーションに用いられており、無線通信特有の干渉やフェージングによるフレーム誤りに対して再送が必要となる無線LANにおいても重要な役割を果たしている。TCPでは、ウィンドウサイズと呼ばれる最大連続伝送量を受信側の要求により変化させている。ウィンドウサイズはNAKが送り返されなければ、連続伝送フレーム数を1、2、3、4、…、のように増加し、NAKが送り返されればまた、次のNAK、若しくは誤りが発生した伝送フレームより前の伝送フレームのACKを再度が送り返されるまで、1、2、3、4、…、と言うように連続伝送フレーム数を変化させている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、無線LANでは高速かつ信頼性の高い通信が要求されているため、ARQ方式による誤り制御が行われている。現在、最も普及している2.4GHz帯中速無線LANでは、不要輻射雑音の多いISM (Industrial Scientific and Medical) 帯を使用することから、雑音等による再送要求が頻繁に起きる可能性がある。また、2.4GHz帯中速無線LANでは、同一無線周波数を使用する無線LANシステム間での相互接続に関する規格十分でないため、異なるシステム間で電磁干渉が生じ、再送要求が増加する可能性もある。さらに、全ての無線LANにおいて、デジタル機器の高速化や、無線システムの急速な普及により電磁環境が複雑化され、使用環境によっては再送要求が増加し、伝送効率が低下する可能性が大きくなってきている。これらの干渉の他に、無線通信特有のフェージングやシャドウイングによりフレーム誤りが発生するため、再送プロトコルは通信効率に対する影響が大きい。

【0014】このような無線通信環境下において、誤り検出や再送制御により信頼性を保証する通信プロトコルであるTCPは、本来、有線ネットワークを意識して設計されたプロトコルであるため、無線通信特有の通信環境に必ずしも適しているとはいえない。

【0015】例えば、有線LANに要求される伝送品質は、ビット誤り率が 10^{-10} 程度であるのに対して、IEEE802.11で規格化されている無線LANの伝送品質は 10^{-4} 程度である。これは、半固定で使用される無線LANにおいても、無線通信を行うことによって、有線とは比較できないビット誤りが生じてしまうため、伝送品質に対する要求が異なっているためである。したがって、有線LANを基幹ネットワークとする無線LANを構築する場合に、ビット誤り率が 10^{-10} から 10^{-4} 程度のビット誤りに対して無線LAN特有の影響が生ずる可能性がある。

【0016】図8はある通信環境における雑音の影響に対する無線LANの規格化スループット (縦軸) とS/N

N比 (横軸) の関係を測定した結果であり、Selective-Repeat型の場合とGo-Back-N型の場合の比較を示す図である。図8においては、無線LAN間を同軸ケーブルで接続し、測定を行っているため、フェージング等の影響は含まれていない。無線LANの国際標準の一つであるIEEE802.11ではその伝送フレーム長を64Kから2048Kバイトとしているため、64Kバイトと2048Kバイトのフレーム長の場合を示した。

【0017】図8より、2048Kバイトの場合のSelective-Repeat型とGo-Back-N型の差は、スループットが最大値の $1/2$ から最大値に変化する間のS/N比において大きくなっている。また、伝送フレーム長が64Kバイトの場合は、スループットが0から最大値に変化する間のS/N比において大きく異なっている。これらの結果から、S/N比が15dBから25dBにおいて、Selective-Repeat型とGo-Back-N型のスループットの差が大きくなっており、特定のS/N比においては両者の特性が大きく異なることを示している。すなわち、再送回数が多くなればなるほど、伝送効率が低下するため、Go-Back-N型の再送プロトコルを用いている無線LANにおいては、再送回数を少なくするようなプロトコルが望ましい。

【0018】図9はビット誤り率 (横軸) に対するSelective-Repeat型とGo-Back-N型のスループットの差 (縦軸) を示す図である。図9に示すように伝送フレーム長によって特性が異なるが、ビット誤り率が 10^{-7} から 10^{-9} の範囲においてのみ両者の差が現れる。現実の無線LANの使用環境においては、前述した有線LANと無線LANの要求条件の差と同様に、ビット誤り率が 10^{-7} から 10^{-9} の環境であることが多く、現存の有線を意識したプロトコルが伝送効率を低下させる原因となっている。

【0019】前述したように、Selective-Repeat型はGo-Back-N型とは異なり、誤った伝送フレームのみを再送するので伝送効率が良いが、ハードウェア上の制約が多くトラヒックの多いネットワークにおいてはメモリー管理が複雑となり実用的ではない。また、誤り訂正符号を用いれば、所要S/N比は小さくなるが、無線LAN本来の目的である、周波数利用効率が高く、高い伝送効率を犠牲にせざるを得ないという問題が生じる。さらに、ウィンドウサイズによっては、ウィンドウサイズに応じた伝送フレームに対するACKを送信側が待ち続けることによってタイムアウトが生じ、伝送に要する時間が増加するといった問題も生じてしまう。

【0020】本発明は、このような背景に行なわれたものであって、所要S/N比を小さくすることができる無線LANシステムを提供することを目的とする。本発明は、スループットを低下させることのない無線LANシステムを提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、使用される環境におけるビット誤り率を測定し、そのビット誤り率に応じて、連続伝送フレーム数（ウィンドウサイズ）を制御することにより、再送回数を少なくし、伝送効率を低下させない制御を行う無線LANシステムを提案する。

【0022】無線LANには、通常、有線と無線とのブリッジとなるアクセスポイントが存在し、そのアクセスポイントに対して、複数の端末がアクセスする使用形態がとられている。半固定で使用される無線LANにおいては、アクセスポイントと各端末における通信路の変化も半固定であるため、その通信路に対するビット誤り率の測定は容易に行える。

【0023】ビット誤り率は最大長シフトレジスタ系列（Maximum-length-Shift-register-sequence:M系列）等のランダム信号を端末側からアクセスポイントに送信し、アクセスポイントは正しく送信された場合のランダム

$$p_f = 1 - (1 - P_b)^{M \cdot N} \quad (1)$$

となるため、フレーム誤り率は測定されたビット誤り率 ※wは連続伝送フレーム数Mをとすると、により予測が可能である。ウィンドウあたりの誤り率 $p \times 20$

$$P_w = 1 - (1 - P_b)^{M \cdot N} \quad (2)$$

となり、平均再送回数は、 $1 / (1 - P_f)$ となるの ★ ★で、

$$M < 1 / P_f \quad (3)$$

を満足するように制御すれば、必ず再送が行われるような連続伝送は回避できる。このため、頻繁なフレーム誤りによるウィンドウサイズの縮小を防ぎ、再送フレーム数を少なくすることができる。

【0026】ここで、基本的な伝送フレーム長である6 ☆

*ム信号と比較することにより測定する。アクセスポイントは、送信した端末のID (Identifier) やIP (Internet Protocol) 等に対応したビット誤り率を記憶して端末側に通知する。端末側はそのビット誤り率にしたがって、一度に送信する伝送フレームの数（ウィンドウサイズ）を制御することにより、S/N比が劣化した環境においても再送による遅延を最小限にする。

【0024】測定されたビット誤り率に対する最適の連続伝送フレーム数は、フレーム1個当たりのビット長によって変化する。例として、無線LANの代表的な再送プロトコルであるGo-Back-N型の無線LANにIEEE 801.11標準の伝送フレームを送信する場合に対する方法を以下に述べる。

【0025】伝送フレーム長をNバイト（8×Nビット）とすると、フレーム誤り率 p_f とビット誤り率 P_b の関係は

☆4、128、256、512、1024、2048バイトの時の各ビット誤り率に対する最大連続伝送フレーム数の例を表1に示す。

【0027】

【表1】

フレーム長	10^{-4} 以上	$10^{-5} \sim 10^{-4}$	$10^{-6} \sim 10^{-5}$	$10^{-7} \sim 10^{-6}$
64 バイト	2	16	192	1920
128 バイト	1	8	96	960
256 バイト	1	4	48	480
512 バイト	1	2	24	240
1024 バイト	1	1	12	120
2048 バイト	1	1	6	60

表1は式(3)を満足するように設定されている。また、フレーム誤りが生じてもウィンドウサイズが極端に小さくならないように制御する。例えば、伝送フレーム長が2048バイトで、ビット誤り率が $10^{-6} \sim 10^{-7}$ の場合は、 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ の時の最大伝送フレーム数6を最小値として、 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ の場合の最大伝送フレーム数60まで、6、12、18、…、60とウィンドウサイズを変化させるので、フレーム誤りの発生によるウィンドウサイズの極端な縮小が回避できる。伝送フレーム長64バイトおよび2048の場合のビット誤り率 10^{-7} から 10^{-6} の環境下でのウィンドウサイズの変動を図10から図13に示す。図10～

図13は横軸に伝送回数をとり、縦軸にウィンドウサイズをとる。

【0028】図10～図13より、本発明の再送方法は従来の再送制御と比較して、ウィンドウサイズの大さが通信環境に適した単位で変化するので伝送効率が向上される。図14は本発明の再送制御を用いた場合の規格化スループット特性とSelective-Repeat型の場合を比較した結果を示す図であり、この図からもSelective-Repeat型と近い特性が得られ、伝送効率が向上していることがわかる。

【0029】以上説明したように、無線通信特有の伝送特性が再送プロトコルに影響が生じるのは、特定のビッ

ト誤り率の範囲においてのみであり、この場合の伝送フレーム長に対してウィンドウサイズを制御することで伝送効率は改善される。例えば、必ず再送が生じるような環境下において、通信環境に即した単位でウィンドウサイズを制御することにより、再送フレーム数を減少させ、伝送効率が改善できる。

【0030】すなわち、本発明は、連続した所定数の伝送フレームを送信する手段と、この連続した所定数の伝送フレームを受信する手段とを備え、この受信する手段は、前記連続した所定数の伝送フレームにより受信したデータの誤りを検出する手段と、この検出する手段の検出結果にしたがって前記データに誤りが検出されたときには前記送信する手段に前記連続した所定数の伝送フレームの再送を要求する手段とを備え、前記送信する手段は、この再送要求にしたがって前記連続した所定数の伝送フレームを再送する手段を備えた無線LANシステムである。

【0031】ここで、本発明の特徴とするところは、前記送信する手段と前記受信する手段との間の通信におけるデータの誤り率を測定する手段が設けられ、この測定する手段の測定結果にしたがって前記所定数を可変に設定する手段を備えたところにある。これにより、再送が発生する確率の高い所定数を避けて伝送フレームを送信することができる。

【0032】さらに、前記測定結果にしたがって伝送フレームのフレーム長を可変に設定する手段を備えた構成とすることもできる。伝送フレーム1個当たりのビット長によって、前記所定数の最適値は変化するので、フレーム長を可変に設定することにより、前記所定数の最適値を調整することができるようになり、前記所定値設定の自由度を向上させることができる。

【0033】前記所定数およびまたは前記フレーム長を可変に設定する手段は、周期的に前記所定数およびまたは前記フレーム長を再設定する手段を含む構成とすることが望ましい。

【0034】前記送信する手段および前記受信する手段は、TCPに基づくフレーム伝送を行なう手段を含む構成とすることが望ましい。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明実施例の無線LANシステムの構成を図1を参照して説明する。図1は本発明実施例の親機および子機の要部ブロック構成図である。実際には、親機および子機は双方向に通信を行なうが、ここでは説明をわかりやすくするために、親機から子機への一方的な情報伝達を想定した。また、図1では、送受信ブロック、変復調ブロックなど、周知であり、本発明の特徴とは直接関係のないブロックについては図示を省略した。

【0036】本発明は、連続した所定数の伝送フレーム*

$$Pf = 1 - (1 - Pb)^{8 \cdot N}$$

を送信する親機1と、この連続した所定数の伝送フレームを受信する子機2とを備え、この子機2は、前記連続した所定数の伝送フレームにより受信したデータの誤りを検出する手段である誤り検出部3と、この誤り検出部3の検出結果にしたがって前記データに誤りが検出されたときには親機1に前記連続した所定数の伝送フレームの再送を要求する手段である再送要求部4とを備え、親機1は、この再送要求にしたがって前記連続した所定数の伝送フレームを再送する手段である再送部5を備えた無線LANシステムである。

【0037】ここで、本発明の特徴とするところは、親機1と子機2との間の通信におけるデータの誤り率を測定する手段である誤り率測定部6が設けられ、この誤り率測定部6の測定結果にしたがって前記所定数を可変に設定する手段である誤り率情報送信部7、誤り率情報受信部8および伝送フレーム設定部9を備えたところにある。伝送フレーム設定部9は、前記測定結果にしたがって伝送フレームのフレーム長を可変に設定することもできる。また、周期的に前記所定数およびまたは前記フレーム長を再設定する。親機1および子機2は、TCPに基づくフレーム伝送を行なう。

【0038】(第一実施例)本発明第一実施例を図2および図3を参照して説明する。図2は本発明第一実施例の無線LANシステムの伝送フレーム数設定のフローを示す図である。本発明の無線LANは通信環境(ビット誤り率)に即したフレーム伝送を実現し、伝送効率を向上させるものであるため、図2に示すように、ビット誤り率の測定や、親機1および子機2間で伝送フレームの設定を行う。

【0039】ステップ501では、子機2は親機1に対して、ビット誤り率を測定するためのランダム信号の送信を要求する。ランダム信号はM系列等を使用すると、シフトレジスタ等の簡単なハード構成にできる。ステップ502では、親機1は、子機2の要求にしたがい、ランダム信号を送信する。ステップ503において、子機2の誤り検出部3は親機1が送信したランダム信号の誤り率を測定して親機1に報告する。誤り率の測定には、親機1と同様のランダム信号発生器を子機2が所有し、比較することにより誤り検出を行なう。ステップ504では、子機2はビット誤り率に対する最小と最大の伝送フレーム数を保存する。ステップ505において、親機1は子機2のIDとビット誤り率を保存し、伝送フレーム設定部9は、その子機2に対する最大と最小の伝送フレーム数(ウィンドウサイズ)を設定する。

【0040】連続伝送フレーム数の最大値、最小値の決定方法について以下に説明する。例えば、伝送フレーム長をNバイト(8×Nビット)とすると、フレーム誤り率Pfとビット誤り率Pbの関係は、前述したように、

となるため、フレーム誤り率は測定されたビット誤り率により予測が可能である。連続伝送フレーム数をM(正*

$$M \times P f \geq 1$$

の場合であるので、最大連続伝送フレーム数Mmax ※ ※ (正数)は、

$$M_{\max} < 1 / P f \quad (5)$$

となる。ここで、最小連続伝送フレーム数をMmin ★ ★ (正数)とすると、

$$M_{\min} \geq 1 / (L P f) \quad (6)$$

であり、通常L=2~10程度で設定することが妥当であると考えられる。また、Lは各通信環境におけるフレーム誤り率のばらつきによって決定することもできるの☆10

$$L = P f_{\max} / P f \quad (7)$$

となる。これは、Pfが10倍程度ばらつくのであれば、最大連続伝送フレーム数の1/10程度の連続伝送フレーム数を最小連続伝送フレーム数をMminとして、最大連続伝送フレーム数Mmaxまで変動させる方法が適しているためである。表1は伝送フレーム数の設定値の例を示す表である。

【0041】以上では、親機1から子機2への情報伝達を想定して説明したが、実際には、子機2も自身の伝送フレームを設定し、以後設定されたフレーム長の伝送フレームを用いて通信が行われる。無線通信における通信環境が変化することが多い場合は、この様な設定を行う周期を設定できるようにすればよい。

【0042】図3は本発明の無線LANシステムとフレーム長が固定の無線LANシステムのスループット特性の比較を示す図であり、横軸にS/N比をとり、縦軸に◆

$$S = \{K \cdot v \cdot (1 - P f) \cdot 8 \cdot N / v\} / \{ (1 - P f) \cdot 8 \cdot N / v + P f \cdot M \cdot 8 \cdot (N / v + C) + C \} \quad (8)$$

で表される。ここで、Kは符号化率であり、Pfはフレーム誤り率であり、vは伝送速度であり、Mは受信側からの要求に応じて再送する最大フレーム数であり、Cは伝送時間以外の処理時間である。

【0045】図4は式(8)を用いて、K=1、v=2 Mbit/sec、M=1、C=0 msecのとき、伝送フレーム長が256バイトから4096バイトの場合のそれぞれのビット誤り率に対するスループット特性を計算した結果を示す図である。図4より、ビット誤り率に対して最適な伝送フレーム長が変動することがわかる。この条件の場合には、BER=10⁻⁴においては256バイトが最も適しており、BER=10⁻⁵は512バイト、BER=10⁻⁶は2048バイト、BER<10⁻⁷は4096バイトとなる。このように、本発明の第二実施例では、ビット誤り率を測定し、そのビット誤り率に応じて伝送フレームを変化させるので伝送効率向上する。

【0046】(第三実施例)現在の無線LANでは、無線ネットワークでもTCP/IPのプロトコルが使用されていることが多い。しかしながら、TCPは本来有線ネットワークを意識して設計されたプロトコルであるため、必ずしも無線LANに適したプロトコルとはいえ

数)とすると、必ず再送が行なわれる(必ずフレーム誤りが生じる)のは、

$$(4)$$

☆で、過去何回かの測定におけるフレーム誤り率の最大値をPfmaxとすると、

◆規格化スループットをとる。これは無線LAN間をケーブルで接続し、雑音を付加して測定した結果である。図3に示すように、本発明の無線LANシステムにおいては、上記の設定を行うことにより通信環境に即したウィンドウサイズでフレーム送信を行うため、伝送効率が雑音に対して改善されていることがわかる。

【0043】(第二実施例)フレーム伝送を行う通信では、ビット誤り率によって最適な伝送フレーム長やウィンドウサイズは変動する。本発明の第二実施例では、通信環境におけるビット誤り率に対して伝送フレーム長を制御することにより、伝送特性を改善する方法について述べる。

【0044】Go-back-NにおけるスループットS(bit/sec)は、

ない。そこで、本発明第三実施例では、本発明の無線LANシステムをTCP/IPのプロトコルを用いた有線LANに接続した場合を提案する。

【0047】通常、無線LANは有線LANとブリッジ機能を有する親機を持ち、親機では、輻輳を最小限にするために子機に対して10倍以上のパッファが搭載されている。このため、親機においては、有線側から送られる送信フレームを一時的にパッファに入れ、送信フレームを制御することが容易に行える。本発明では、有線側でTCPにより制御されている送信フレームを親機のパッファに蓄積し、図2のフローで設定されたウィンドウサイズで送信することによって、無線通信環境に即したフレーム送信を行う。

【0048】図5および図6はビット誤り率が10⁻⁵のTCP/IPのウィンドウサイズの変動を観測した結果を示す図であり、横軸に伝送回数をとり、縦軸にウィンドウサイズをとる。図5が従来の観測結果であり、図6が本発明の観測結果である。通常の無線通信では、ビット誤り率が10⁻⁵であれば、ビット誤り率の大きい通信環境とはいえない。しかしながら、無線LANは有線LANを基幹網とするので、ビット誤り率が10⁻¹⁰以下である有線LANのようにウィンドウサイズ

が変化する。図5に示されるように、従来のTCPでは有線LANと同様にウィンドウサイズが変化するので、ウィンドウサイズがビット誤り率 10^{-6} の環境に適さない大きさになった場合には、フレーム誤りによりウィンドウサイズが縮小したり、再送により伝送効率が低下したりしていることがわかる。これに対して、本発明の無線LANシステムを用いた場合は、同一の環境下において、ウィンドウサイズはビット誤り率に応じて制限される。そのため、図6に示されるように、制限された最大ウィンドウサイズで伝送される回数が多く、図5と比較して同一伝送回数当たりの成功フレーム数が増加するので伝送効率が改善される。

【0049】図7は本発明の無線LANシステムと従来のTCPによる無線LANシステムのスループット特性の比較を示す図であり、横軸にS/N比をとり、縦軸に規格化スループットをとる。図8、図3と同一測定系を用いて測定した結果である。図7に示されるように本発明の無線LANシステムでは、S/N比に対する特性も、TCPによる再送制御を行っている無線LANに対して改善されていることがわかる。

【0050】以上で説明したように、無線LANのように、移動中の使用がほとんどなく、半固定で使用される無線通信においては、あらかじめ親機と子機間のビット誤り率を測定することが容易であり、その誤り率に応じてウィンドウサイズや伝送フレーム長を変化させることにより伝送効率が向上するので本発明は有効である。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、所要S/N比を小さくすることができるとともに、スループットを低下させることのない無線LANシステムを実現することができる。すなわち、無線LANにおいては、より高速な通信が望まれるため、連続して送信する情報のサイズをできる限り大きくするように設定されている。従来の通信制御方式においては、ある特定の割合で誤りが生じる通信環境における連続して送信する情報サイズの変動が大きいと、再送による遅延が大きくなるという点で問題があった。そこで、本発明は、誤り率に応じて最適な連続フレーム数を変動させるため、再送による遅延時間の短縮という点で無線LANの性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の親機および子機の要部ブロック構成図。

【図2】本発明第一実施例の無線LANシステムの伝送フレーム数設定のフローを示す図。

【図3】本発明の無線LANシステムとフレーム長が固定の無線LANシステムのスループット特性の比較を示す図。

【図4】伝送フレーム長が256バイトから4096バイトの場合のそれぞれのビット誤り率に対するスループット特性を計算した結果を示す図。

【図5】従来のビット誤り率が 10^{-6} のTCP/IPのウィンドウサイズの変動を観測した結果を示す図。

【図6】本発明のビット誤り率が 10^{-6} のTCP/IPのウィンドウサイズの変動を観測した結果を示す図。

【図7】本発明の無線LANシステムと従来のTCPによる無線LANシステムのスループット特性の比較を示す図。

【図8】ある通信環境における雑音の影響に対する無線LANの規格化スループット（縦軸）とS/N比（横軸）の関係を測定した結果であり、Selective-Repeat型の場合とGo-Back-N型の場合の比較を示す図。

【図9】ビット誤り率（横軸）に対するSelective-Repeat型とGo-Back-N型のスループットの差（縦軸）を示す図。

【図10】伝送フレーム長64バイトおよび2048の場合のビット誤り率 10^{-7} から 10^{-6} の環境下でのウィンドウサイズの変動を示す図。

【図11】伝送フレーム長64バイトおよび2048の場合のビット誤り率 10^{-7} から 10^{-6} の環境下でのウィンドウサイズの変動を示す図。

【図12】伝送フレーム長64バイトおよび2048の場合のビット誤り率 10^{-7} から 10^{-6} の環境下でのウィンドウサイズの変動を示す図。

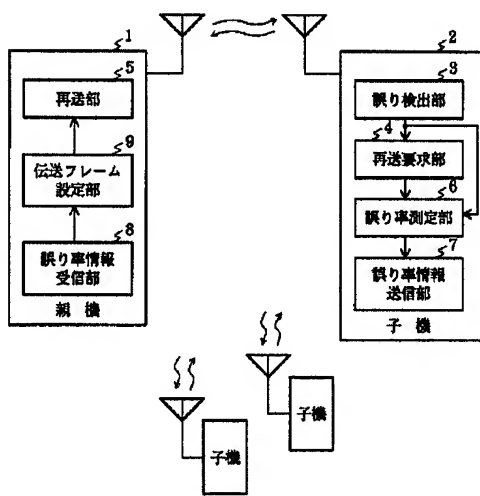
【図13】伝送フレーム長64バイトおよび2048の場合のビット誤り率 10^{-7} から 10^{-6} の環境下でのウィンドウサイズの変動を示す図。

【図14】本発明の再送制御を用いた場合の規格化スループット特性とSelective-Repeat型の場合を比較した結果を示す図。

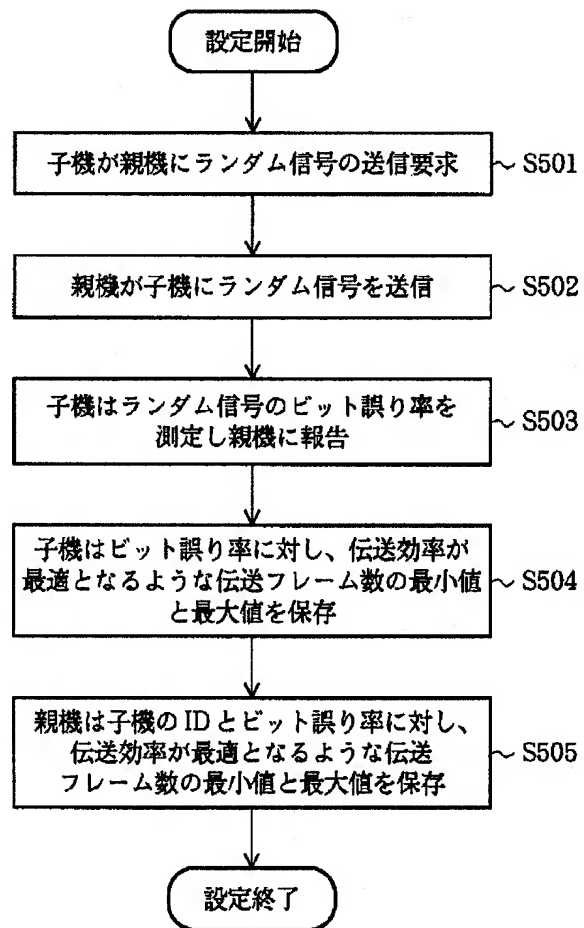
【符号の説明】

- 1 親機
- 2 子機
- 3 誤り検出部
- 4 再送要求部
- 5 再送部
- 6 誤り率測定部
- 7 誤り率情報送信部
- 8 誤り率情報受信部
- 9 伝送フレーム設定部

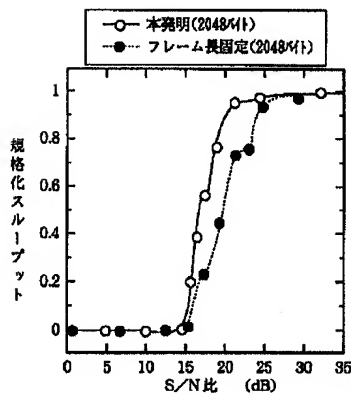
【図1】



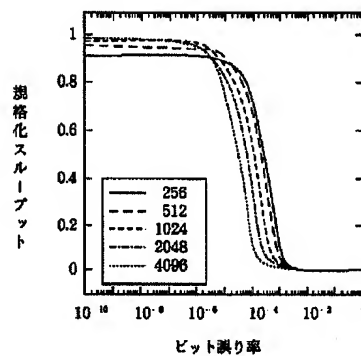
【図2】



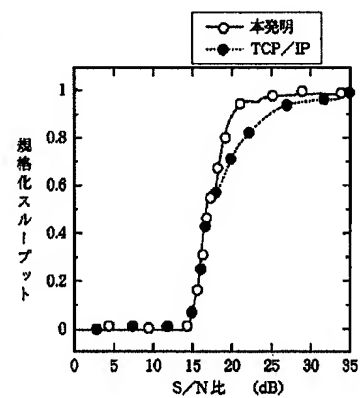
【図3】



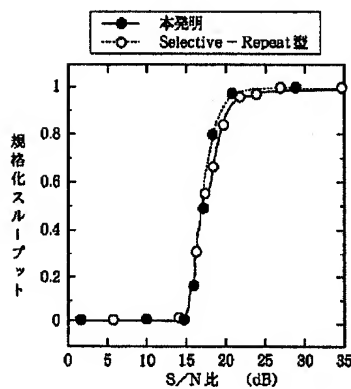
【図4】



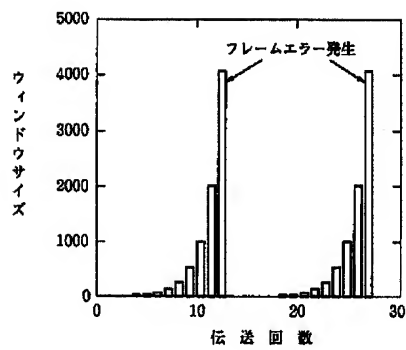
【図7】



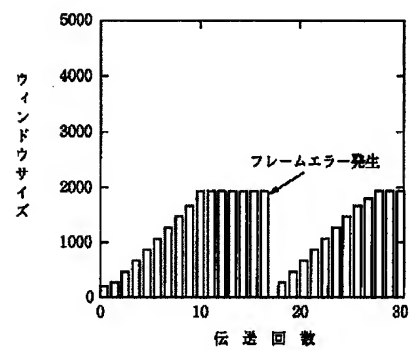
【図14】



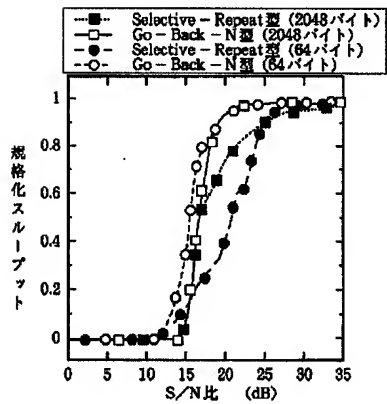
【図5】



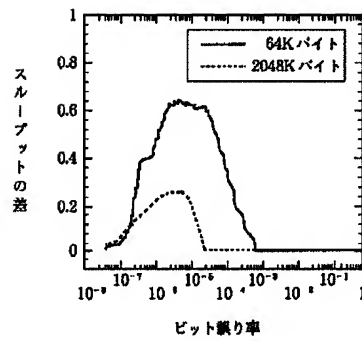
【図6】



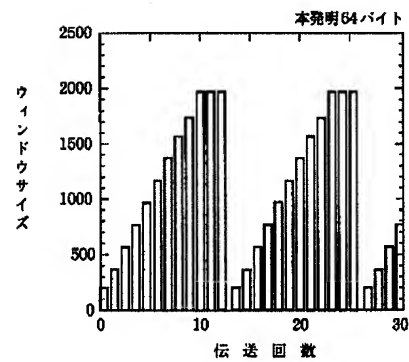
【図8】



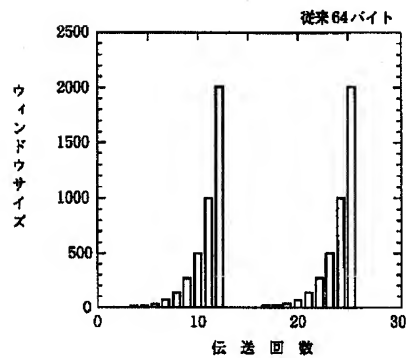
【図9】



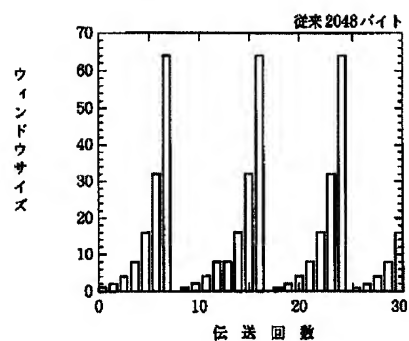
【図11】



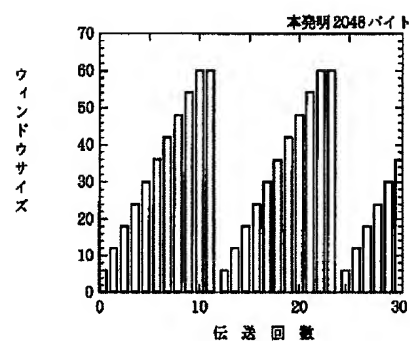
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K014 AA01 BA01 EA01 FA03 FA13
 GA02
 5K030 GA03 GA11 HA08 HB18 HB28
 JA07 JL01 LA01 LB15 MB05
 5K033 AA01 AA07 CB01 CB04 CC02
 DA17 DB09 DB16 DB20 EA06
 EA07
 5K034 AA01 AA06 CC01 DD01 EE03
 FF02 HH04 HH07 HH10 HH12
 HH63 KK21 MM02 MM14 MM24
 NN04